

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 1998 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

03815517

MANUFACTURE OF LARGE CRYSTAL GRAIN-SIZED POLYCRYSTAL SILICON AND  
THIN FILM  
SEMICONDUCTOR USING SAME

PUB. NO.: 04-180617 [JP 4180617 A]

PUBLISHED: June 26, 1992 (19920626)

INVENTOR(s): ISHIDA MAMORU

APPLICANT(s): RICOH CO LTD [000674] (A Japanese Company or Corporation),  
JP(Japan)

APPL. NO.: 02-309961 [JP 90309961]

FILED: November 15, 1990 (19901115)

INTL CLASS: [5] H01L-021/20; H01L-021/324; H01L-029/784

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R096 (ELECTRONIC MATERIALS -- Glass Conductors); R100  
(ELECTRONIC MATERIALS -- Ion Implantation)

JOURNAL: Section: E, Section No. 1278, Vol. 16, No. 492, Pg. 116,  
October 12, 1992 (19921012)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To solid-phase crystallize amorphous Si and manufacture large grain size polycrystal Si by using said amorphous Si whose oxygen concentration does not exceed a specific amount.

CONSTITUTION: In a method which manufactures large crystal grain-sized polycrystal Si by solid-phase crystallizing the amorphous Si, amorphous .alpha.-Si is adopted where oxygen concentration does not exceed  $1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>. More specifically, .alpha.-Si is deposited on an insulation board or an insulation film. In that case as the deposition speed is increased, the oxygen contained in the .alpha.-Si is decreased. If it is necessary to reduce the concentration of oxygen to  $10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup> and lower, at least 50 angstroms/min must be called for. The .alpha.-Si, thus obtained is solid-phase crystallized. This construction makes it possible to obtain a large grain sized-polycrystal Si by keeping the temperature at 550 to 600 deg.C and crystallizing it.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-180617

⑬ Int.Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)6月26日

H 01 L 21/20  
21/324  
29/784

9056-4M

H 01 L 29/78

3 1 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全4頁)

⑮ 発明の名称 大結晶粒径の多結晶シリコンを製造する方法およびそれを使用した  
薄膜半導体

⑯ 特 願 平2-309961

⑰ 出 願 平2(1990)11月15日

⑱ 発 明 者 石 田 守 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内  
⑲ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
⑳ 代 理 人 弁 理 士 友 松 英 爾

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

大結晶粒径の多結晶シリコンを製造する  
方法およびそれを使用した薄膜半導体

## 2. 特許請求の範囲

1. アモルファスシリコン(以下、a-Siと略記する)を固相結晶化させて大結晶粒径の多結晶シリコン(以下、Poly-Siと略記する)を製造する方法において、前記a-Siとして酸素濃度が $1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下のものを使用することを特徴とする大結晶粒径のPoly-Siを製造する方法。

2. 前記酸素濃度 $1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下のa-Siが水素化けい素を含む反応ガスを用いて50 Å/min以上の堆積速度で形成されたものである請求項1記載の大結晶粒径のPoly-Siを製造する方法。

3. 前記酸素濃度 $1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下のa-SiがLP-CVD法で500℃以下の温度で形成されたものである請求項1または2記載の大結晶

粒径のPoly-Siを製造する方法。

4. 請求項1により得られた大結晶粒径のPoly-Siを半導体活性層としていることを特徴とする薄膜半導体。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔技術分野〕

本発明は、大結晶粒径をもつPoly-Siを製造する方法および前記方法により得られた大結晶粒径のPoly-Siを半導体活性層としている薄膜半導体(以下、IFTと略記)に関する。

## 〔従来技術〕

Poly-Siを半導体活性層とするIFTは各種デバイスの駆動素子あるいは回路として盛んに研究されている。このPoly-SiIFTの移動度を向上させるためには、Poly-Siの結晶粒径を大きくすることが不可欠である。

大粒径Poly-Siの製造方法としては、a-Siの固相結晶化法が提案されている(G.Neugebauer, H.F.Kappert, J.Electrochem.Soc:SOLID-STATE SCIENCE AND TECHNOLOGY, March, 1984, P675)。

## 特開平4-180617 (2)

この $\alpha$ -Siの固相結晶化によって、Poly-Siの粒径をより大きくするためには、 $\alpha$ -Siの堆積温度をより低くすることが好ましいことも報告されている〔'89応物学会(秋)加藤 No27, P-c-4〕。

しかし、Poly-Siの粒径に及ぼす $\alpha$ -Siの影響は、単に堆積速度だけで説明できるものではなく、全てが明らかになっているわけではない。現に、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ を反応ガスとして使用した場合と、 $\text{SiH}_4$ を反応ガスとして使用した場合とでは、第3図にみられるとおり、その平均結晶粒径にはかなりの差が存在する。

このように、固相結晶化させたPoly-Siの粒径を調べると $\alpha$ -Si堆積温度だけでは説明がつかない面が存在する。

## 〔目的〕

本発明の目的は、結晶粒径の大きなPoly-Siの新規な製造方法を提供する点にある。

本発明の他の目的は、移動度の高いTFTを提供する点にある。

もしくは $5 \times 10^{11}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下の $\alpha$ -SiがLP-CVD法で500℃以下の温度で形成されたものである請求項1または2記載の大結晶粒径のPoly-Siを製造する方法に関する。

本発明の第4は、請求項1により得られた大結晶粒径のPoly-Siを半導体活性層としていることを特徴とする薄膜半導体に関する。

以下に本発明を詳細に説明する。

絶縁性基板あるいは絶縁膜上に $\alpha$ -Siを堆積する。酸素濃度の低い $\alpha$ -Siを得るためには、超高真空中での蒸着法を用いると良い。しかし、スループットを上げるために、LP-CVD法、スパッタ法、P-CVD法等の方法を用いることも可能である。この場合、ガス純度やチャンバーからのリークや汚染等には十分注意しなければならないが、堆積速度が非常に重要な条件の1つである。堆積速度が高い程 $\alpha$ -Si中の酸素は減少するが、 $10^{12}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下の酸素濃度とするためには、少なくとも50 A/min以上である必要がある。例えば、LP-CVD法でこの堆積速度を得る

## 〔構成〕

本発明は、 $\alpha$ -Siを固相結晶化させて大結晶粒径のPoly-Siを得る方法について研究を重ねた結果、 $\alpha$ -Si中に存在する酸素が結晶成長を阻する原因になっていることをつきとめ、本発明を完成するにいたった。

すなわち、本発明の第1は、アモルファスシリコン(以下、 $\alpha$ -Siと略記する)を固相結晶化させて大結晶粒径の多結晶シリコン(以下、Poly-Siと略記する)を製造する方法において、前記 $\alpha$ -Siとして酸素濃度が $1 \times 10^{12}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下のものを使用することを特徴とする大結晶粒径のPoly-Siを製造する方法に関する。

本発明の第2は、前記酸素濃度 $1 \times 10^{12}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下の $\alpha$ -Siがジシランあるいはトリシラン等の水素化けい素を含む反応ガスを用いて50 A/min以上の堆積速度で形成されたものである請求項1記載の大結晶粒径のPoly-Siを製造する方法に関する。

本発明の第3は、前記酸素濃度 $1 \times 10^{12}$ 、好

にはジシランやトリシラン等の反応ガスを用いる必要があり、同時に堆積温度は500℃以下であることが好ましい。

以上の方法で得られた $\alpha$ -Siを固相結晶化させる。結晶化は600℃以上の温度でおこなうが、温度が高すぎる(例 700℃、800℃)と結晶核が多数発生してしまい大粒径化ができなくなる。このため、550～600℃の温度に保って結晶化させることが好ましい。

このようにして得られたPoly-SiはTEM観察によってその粒径を調べ大結晶化していることを確認した。また、このPoly-Siを用いたTFTを作製して移動度を評価し、移動度が高いことを確認した。

以下実施例を用いて説明する。

## 〔実施例1〕

石英基板上にLP-CVD法により基板温度500℃で $\alpha$ -Siを1000 A堆積した。反応ガスには $\text{SiH}_4$ あるいは $\text{Si}_2\text{H}_6$ を使用し、堆積時の圧力を変化させて堆積速度を7 A/min～70 A/minの範囲で変

## 特開平4-180G17 (3)

第1表

堆積速度	反応ガス	$^{10}0$
7 Å/min	$\text{SiH}_4$	5E19
30 Å/min	$\text{Si}_2\text{H}_6$	4E18
50 Å/min		1E18
70 Å/min		5E17

化させた。そして、これらのa-Siを600℃、50時間の熱アニールによって固相結晶化させてPoly-Siを得た。そして、TEMによって結晶粒径を観察した。また同時に、a-Si中の酸素濃度を調べるために、単結晶Si上に前記堆積速度の異なるa-Siを4000～6000Å堆積し、SIMS分析を行った。SIMS分析において、単結晶Si基板を用いたのは分析時のチャージアップを防ぐためであり、膜厚が厚いのは膜表面の吸着物による分析への悪影響を取り除くためである。なお、分析装置はCAMECA製IMS-4Fである。

第1図に、a-Si堆積速度と固相結晶化Poly-Siの平均結晶粒径との関係を示す。平均結晶粒径は、TEM透過像について単位長さ当りに存在する結晶粒界の数を求めることによって算出した。

第1図から明らかなように、堆積速度が高い程、平均結晶粒径が大きいことが判る。また、第1表は堆積速度とa-Si中の酸素濃度の関係である。

堆積速度が高い程、酸素濃度が減少していることが明らかである。以上の結果から、a-Si中の酸素濃度が低い程、粒径の大きなPoly-Siが得られていることが明確である。

さて、ここでa-Si中の酸素と結晶成長との関係をより明確化するため、アニール時間と平均結晶粒径の関係から結晶成長速度を求め、酸素濃度との対応を調べた。結果を第2図に示す。a-Si中の酸素濃度が $10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下で、結晶成長速度が急激に大きくなっていることが判った。

## 〔実施例2〕

実施例1で作製したPoly-Siを半導体活性層

としてMOS-TFTを作製した。TFTの作製プロセスは従来のC-MOSプロセスに準じ(ゲート酸化膜はドライ酸化法(1020℃、膜厚700Å)とし、ソース・ドレインはイオン注入によってセルフアラインプロセスである。)、最後に水素プラズマ処理を行なった。

Nch-TFTの移動度を第2表に示す。a-Si中の酸素濃度を $10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下とすることで固相結晶化Poly-Siを用いたTFTの移動度が大幅に向上していることが判る。

第2表

堆積速度 Å/min	酸素濃度 atoms/cm <sup>3</sup>	Nch-TFT移動度 cm <sup>2</sup> /V.s
7	5E19	40
50	1E18	178
70	5E17	202

## 〔効果〕

本発明の方法により、固相結晶化における結晶成長速度が大幅に大きくなるため、大粒径

径Poly-Siが得られるようになった。

また、本発明の方法により得られたPoly-SiをTFTの活性層に用いると、結晶粒径が大きいため、TFT移動度が大幅に向上した。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は、a-Si堆積速度と固相結晶化Poly-Siの平均結晶粒径との関係を、第2図は、結晶成長速度とa-Si中の酸素濃度との関係を示す。また、第3図は、a-Si堆積速度と平均結晶粒径との関係が $\text{SiH}_4$ と $\text{Si}_2\text{H}_6$ とでは、異った関係にあることを示す。

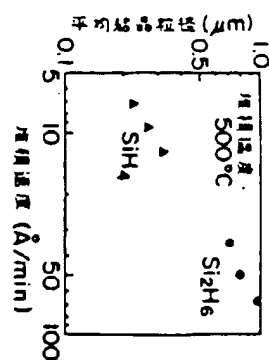
特許出願人 株式会社 リ コ ー

代理人 井理士 友 松 英 爾

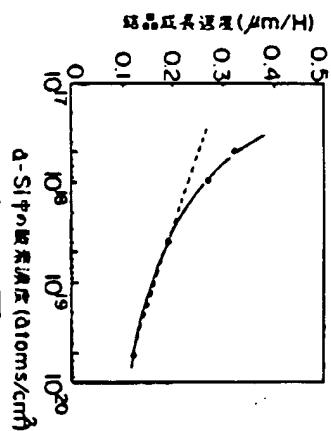


特開平4-180617(4)

第 1 図



第 2 図



第 3 図

